

Geodatenmanagement und -dienste am Beispiel des Tsunami- Frühwarnsystems für den Indischen Ozean

Geodata Management and Geodata Services of the Tsunami Early Warning System for the Indian Ocean

Christian Strobl, Ralph Kiefl, Torsten Riedlinger, Günter Strunz

Kurzfassung

In dem vom BMBF geförderten Projekt GITEWS, dem Deutschen Beitrag zum Aufbau eines Tsunami Frühwarnsystems im Indischen Ozean, wird ein Geodaten Repository erstellt. Dieses Repository enthält alle Geodaten, die zur Entwicklung und Implementierung von GITEWS benötigt, und zum großen Teil von den deutschen und indonesischen Projektpartnern bereitgestellt werden. In der Phase der Anforderungsanalyse erfolgte eine Zusammenstellung aller verfügbaren und relevanten Daten für das System. Dieser Vorgang wurde in enger Zusammenarbeit mit den indonesischen Partnerorganisationen durchgeführt, um so gewährleisten zu können, dass bestehende Datensätze harmonisiert und integriert werden können. Die Geodaten werden in Geobasisdaten (Topographie, digitale Gelände- bzw. Oberflächenmodelle), Fernerkundungsdaten, und Geofachdaten (sozio-ökonomische Daten) untergliedert. Der Zugriff auf die Geodaten im GITEWS-Projekt soll über ein Geodaten Repository auf OGC-konformen Diensten (WMS, WFS, WCS, CSW 2.0) erfolgen. Dieses Vorgehen ermöglicht allen Benutzern einen interoperablen Zugriff auf alle projektbezogenen Geodaten über das Internet.

Keywords: CSW, Frühwarnsysteme, Geodatenmanagement, GDI, GITEWS, Indischer Ozean, ISO 19115, OGC, Open Source GIS, Tsunami, WCS, WFS, WMS

Abstract

For the BMBF project GITEWS, the German contribution to a tsunami early warning system for the Indian Ocean, a geodata repository is established. This repository contains all geodata, which are required for the development and implementation of GITEWS. The data are mostly provided by the German and Indonesian partners. During the stage of requirements analysis all available and relevant data were acquired and collected. This process was realized in close collaboration with the Indonesian partner organisations. In this way it was secured that existing sets of geodata could be harmonized and integrated. The geodata of the project are generally divided in topographic data, remote sensing data, digital elevation models and socio-economic data. The data access to the repository is realized by OGC compliant web services (WMS, WFS, WCS, CSW 2.0). This approach enables all users the interoperable acquisition of all project related geodata via the internet.

Keywords: CSW, Early Warning Systems,, Geodata Management, GITEWS, [Indian Ocean](#), ISO 19115, OGC, Open Source GIS, SDI, Tsunami, WCS, WFS, WMS

1. Problemstellung

Nach dem ungewöhnlich starken Erdbeben vor Sumatra am 26. Dezember 2004 überrollte ein Tsunami die Küsten rund um den Indischen Ozean. Der Tsunami wurde durch ein Erdbeben verursacht, das die Stärke 9,3 auf der Richterskala aufwies. Es war somit das zweitstärkste bisher gemessene Beben. Auf Grund seiner Nähe zur Subduktionszone des Sundabogens ist Indonesien auch in Zukunft durch das Auftreten katastrophaler Tsunamis gefährdet.

Deutschland sagte rasch seine Unterstützung für den Wiederaufbau zu. Zudem sollte alles dafür getan werden, dass sich ein solches Desaster nicht wiederholt. Ein Konsortium deutscher Forschungseinrichtungen erarbeitete ein Konzept für ein Tsunami-Frühwarnsystem im Indischen Ozean, das später auch auf den Mittelmeerraum ausgedehnt werden kann. Am 14. März 2005 vereinbarten Indonesien und Deutschland in einer gemeinsamen Erklärung den Aufbau eines solchen Systems unter der Koordination der Zwischenstaatlichen Ozeanographischen Kommission (IOC) der UNESCO (aus LAUTERJUNG und RUDLOFF, 2007).

Das GITEWS-Konsortium besteht aus den folgenden deutschen Projektpartnern:

- GeoForschungsZentrum Potsdam (GFZ)
- Alfred-Wegener-Institut für Polar- und Meeresforschung (AWI)
- Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR)
- GKSS Forschungszentrum Geesthacht
- Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ)
- Konsortium Deutsche Meeresforschung (KDM)
- Leibniz-Institut für Meereswissenschaften (IFM-GEOMAR)
- United Nations University Institute for Environment and Human Security (UNU-EHS)

Auf indonesischer Seite sind u.a. folgende Partner beteiligt

- Staatsministerium für Forschung und Technologie (RISTEK)
- Nationaler Dienst für Meteorologie und Geophysik (BMG)
- Nationaler Koordinierender Dienst für Vermessung und Kartierung (BAKOSURTANAL)
- Nationales Technologiezentrum für Marine Erkundung (BPPT)
- Nationales Institut der Wissenschaften (LIPI)
- Sekretariat des Nationalen Koordinierungsrates für Katastrophenmanagement und interne Flüchtlinge (BAKORNAS PBP)

Beim Aufbau eines Tsunami-Frühwarnsystems ist das Geodatenmanagement von großer Bedeutung. Die Geodaten dienen in diesem Kontext der Analyse, Modellierung, Lokalisierung und Visualisierung krisenrelevanter Sachverhalte. Um das System für die große Menge der oben aufgeführten beteiligten Partner offen und erweiterbar zu halten, erfolgt die Haltung und die Bereitstellung der Geodaten für das GITEWS-Projekt über OGC-konforme Webdienste.

2. Das Frühwarnsystem im Überblick

Nicht jedes starke Seebeben verursacht einen Tsunami. Um zuverlässige Frühwarnungen zu erhalten, müssen neben der Seismik zusätzliche Informationsquellen berücksichtigt werden. Zu diesen gehören Ozeanboden-Drucksensoren, Bojen, Pegel und GPS-Instrumente. Die Daten dieser verschiedenen Messinstrumente werden in Echtzeit in einem Warnzentrum zusammengeführt und ausgewertet (s.a. Abb. 1).

Im Warnzentrum erfolgt auf Basis der eingegangenen Messungen die Modellierung des Tsunami-Ereignisses. Das Modell liefert die Wellenhöhe und die geschätzten Ankunftszeiten der Welle für die betroffenen Küstenabschnitte. Zudem ist für die Modellierung eines Tsunami die Kenntnis der Ozeanboden-Topographie von entscheidender Bedeutung. Diese bathymetrischen Daten werden hierzu vom Tiefseebereich über den Schelfbereich bis zur Küstenlinie von deutschen und indonesischen Forschungsschiffen detailliert kartiert.

Der Experten im Warnzentrum können, basierend auf den Daten und der darauf aufbauenden Modellierung, abschätzen, ob das Seebeben einen Tsunami verursacht hat sowie wann und wo die Welle vermutlich eintrifft. Weitere entscheidende Informationen sind die Wellenhöhe und die Stärke der Welle an den einzelnen Küstenabschnitten. Diese Informationen werden über Sirenen, Radio, Fernsehen, SMS, Telefon und Fax an Katastrophenschutzbehörden, Einsatzkräfte und Medien weitergegeben, so dass die Bevölkerung gezielt gewarnt und Evakuierungsmaßnahmen eingeleitet werden können.

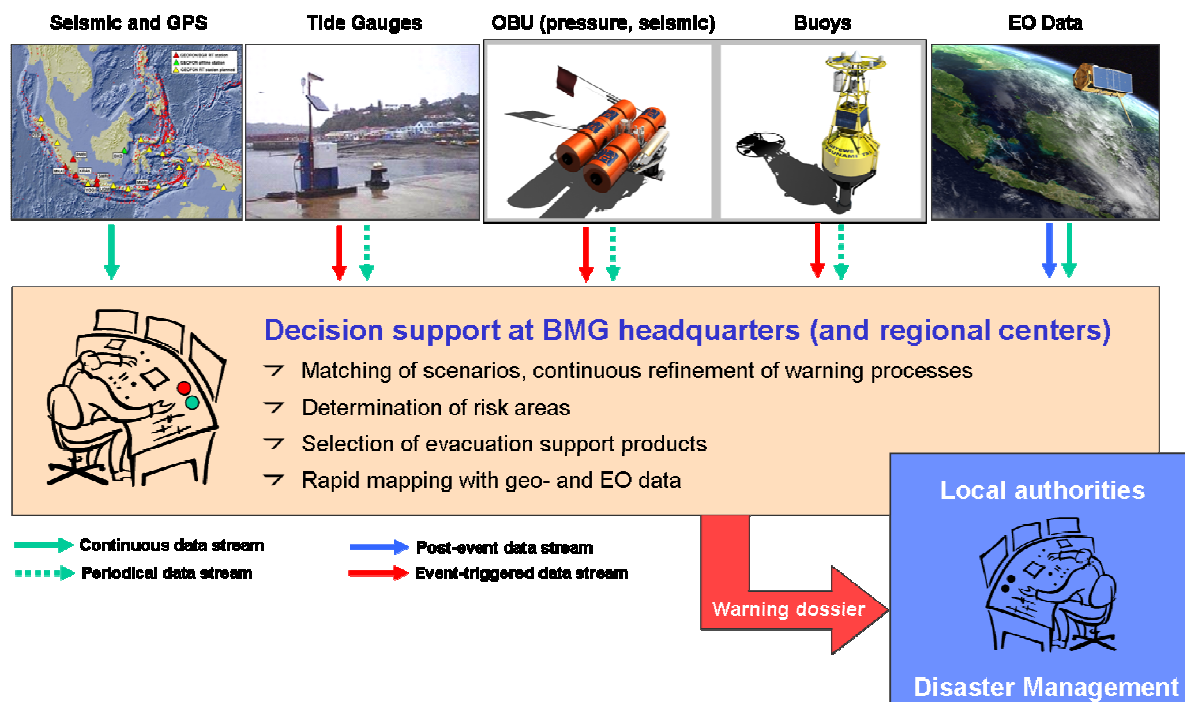


Abb. 1: Die einzelnen Komponenten des Frühwarnsystems im Überblick / Overview of the Tsunami Early Warning System

3. Geodatenmanagement



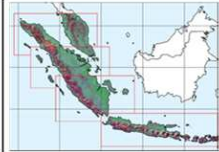
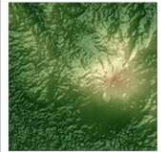

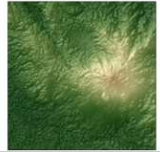
Im gesamten Ablauf der Frühwarnung, von den Lokationen der Seismometer, Bojen und Pegel über die Modellierung bis hin zur Warnung lokaler Behörden sind Geodaten beteiligt. Diese Geodaten müssen für ihre Bereitstellung im Projekt recherchiert, beschafft, importiert, transformiert, verarbeitet, analysiert und visualisiert werden.

Das Projekt GITEWS ist zunächst auf die dem Indischen Ozean zugewandten Seiten der Inseln Sumatra, Java und Bali fokussiert. Für den gesamten Küstenbereich erfolgen Modellierungen und Vulnerabilitätsanalysen in einem größeren Maßstab sowie für einige hochgefährdete Gebiete in Form von räumlich hochauflösenden Analysen.

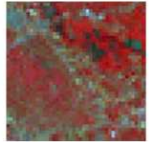
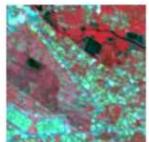
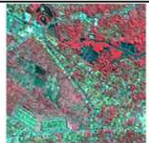
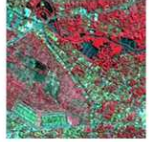
In der Anfangsphase des Projektes wurde der Bedarf an Geodaten mit einem an die Projektbedürfnisse angepassten Fragebogen erhoben. Die ermittelten Daten lassen sich in folgende Gruppen einteilen:

- Digitale Geländemodelle (s.a. Tab. 1)
- Daten von Erdbeobachtungssatelliten (s.a. Tab. 2)
- Vektordaten zu Infrastruktur, Topographie und Verwaltungseinheiten (s.a. Tab. 3)
- Bathymetrische Daten (s.a. Tab. 4)







Tab. 1: Bereitstellung von digitalen Geländemodellen im GITEWS-Projekt. Während GTOPO30 (USGS, 2007) und SRTM-C (z.B. JET PROPULSION LABORATORY, 2007b) über das Internet verfügbar sind, sind die SRTM-X-Daten im Besitz des DLR / Usage of Digital Elevation Models in the GITEWS-Project

	Reference	Description	Coverage in GITEWS	Example
GTOPO30	USGS EROS Data Center, 1996: Global Digital Elevation Model (GTOPO30)	<ul style="list-style-type: none"> → Resolution: 30 arc sec. (~ 1km) → Heterogenous data sources 		
SRTM-C	USGS EROS Data Center, 2005: SRTM-C, version 2	<ul style="list-style-type: none"> → Resolution: 3 arc sec. (~ 100m) 		
SRTM-X	DLR, 2006: SRTM-X DEM	<ul style="list-style-type: none"> → Resolution: 1 arc sec. (~ 30m) 		

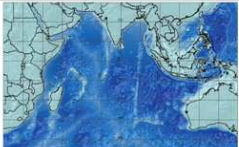

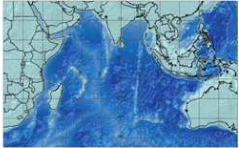





Tab. 2: Bereitstellung von Satellitendaten im GITEWS-Projekt. Nur die Landsat-7-Daten (JET PROPULSION LABORATORY, 2007a) sind über das Internet frei verfügbar / Remote Sensing Data in the GITEWS-Project

	Reference	Description	Coverage in GITEWS	Example
Landsat-7 ETM+	Global Land Cover Facility (GLCF)	<ul style="list-style-type: none"> → Resolution (resampled): 28.5 m (multispectral) 14.5 m (panchromatic) → 7 bands, 8 bit 	→ Complete coverage; image acquisition 1999 - 2002	
SPOT 5	SPOT IMAGE	<ul style="list-style-type: none"> → Resolution: 10 m (multispectral), 2.5 m (panchromatic) → 4 bands, 8 bit 	→ Cilacap (2006-01-22)	
Ikonos	<ul style="list-style-type: none"> → Geoeye → CRISP 	<ul style="list-style-type: none"> → Resolution: 4 m (multispectral), 1 m (panchromatic) → 4 bands, 11 bit 	<ul style="list-style-type: none"> → Padang (2005-04-12) → Pangandaran (2006-07-22, 2003-09-24) 	
Quickbird	DigitalGlobe Inc.	<ul style="list-style-type: none"> → Resolution: 2.4 m (multispectral), 0.6 m (panchromatic) → 4 bands, 11 bit 	<ul style="list-style-type: none"> → Tangjunkaran (2006-07-08) → Patjitan (2006-09-26) → Bali South (2006-05-16) → Cilacap (2006-06-23) 	

Tab. 3: Bereitstellung von Datensätzen zu Topographie und Infrastruktur im GITEWS-Projekt am Beispiel der Küstenlinie von Indonesien / Topographic Data in the GITEWS-Project

	Reference	Description	Coverage in GITEWS	Example
VMap0 - Coastline	NIMA (2000): Vector Map Level 0 (Digital Chart of World) - Coastline	<ul style="list-style-type: none"> → Reference scale 1 : 1 000 000 → Based on ONC map series → Geometric accuracy: 2000 m 		
SWBD	USGS (2003): SRTM Water Body Data	<ul style="list-style-type: none"> → Reference scale 1 : 100 000 → Derived from SRTM-C and Landsat TM data 		
Garis-Pantai 25	Bakosurtanal (1999): Garis Pantai – Coastline data	<ul style="list-style-type: none"> → Reference scale 1 : 25 000 		

Tab. 4: Bereitstellung von Bathymetriedaten im GITEWS-Projekt. Während die ETOPO2-Daten (NATIONAL GEOPHYSICAL DATA CENTER (NGDC), 2007) und die GEBCO-Daten (GEBCO, 2007) im Internet frei verfügbar sind, wurden die Bathymetriedaten der Sonne-Mission vom Projektpartner IFM-GEOMAR zur Verfügung gestellt. Die C-Map-Daten sind ein Produkt der gleichnamigen norwegischen Firma / Bathymetric Data in the GITEWS-Project

	Reference	Description	Coverage in GITEWS	Example
ETOPO2	National Geophysical Data Center (NGDC / NOAA), 2001: ETOPO2 Global 2' Elevations	<ul style="list-style-type: none"> Res.: 2 arcmin. (~3,7 km) Derived from satellite altimetry observations and echo-soundings by Smith & Sandwell (1997) 		
GEBCO	IHO / IOC, 2003: General Bathymetric Chart of the Ocean	<ul style="list-style-type: none"> Res.: 1 arcmin. (~1,85 km) Gridded contour line information derived from oceanic soundings Mainly for deep water 		
SeaCause ("Sonne")	IFM-GEOMAR, 2006: Bathymetry data gathered during Sonne cruise SO-186	<ul style="list-style-type: none"> Res.: 400 m (~13 arcsec.) Gridded deep-water multibeam echosounder measurements 		
C-Map	C-Map Norway: CM-93 Edition 3.0	<ul style="list-style-type: none"> Irregular distributed point information derived from paper charts (1 : 5000 to 1 : 3500000, by various Hydrographic offices) → heterogeneous resolution Mainly for shallow water 		 gridded: 15 arcsec shallow water area

Die Daten wurden hierauf recherchiert und ggf. beschafft. Im Anschluss wurden die Geodaten einer internen Qualitätskontrolle unterzogen. Die Überprüfung der Daten erfolgte nach TC211/ISO 19113 (ISO/TC211, 2002) bzw. TC211/ISO 19114 (ISO/TC211, 2003a) hinsichtlich Vollständigkeit, logischer Konsistenz, Lagegenauigkeit sowie hinsichtlich zeitlicher und thematischer Genauigkeit. Die Ergebnisse der Qualitätskontrolle wurden in den Metadaten nach TC211/ISO 19115 (ISO/TC211, 2003b) für jeden Datensatz beschrieben.

Nach Konvertierung und Import wurden die Geodaten in GIS-Systemen verarbeitet und vorprozessiert. Zu diesem Arbeitsschritt gehören unter anderen die Bearbeitung der SRTM-Daten (Filtern des DGM, Kombination von SRTM-X- und SRTM-C-Band, Subtraktion der Geoid-Undulation (ICGEM, 2006), Anwendung von Land-/Wassermasken, s.a. ROTH et al., 2002) und die Vorprozessierung der Satellitendaten (Atmosphärenkorrektur mit ATCOR (RICHTER, 1996), Pansharpening, Orthorektifizierung).

Da nicht alle benötigten Daten in hinreichender Genauigkeit, thematischer und räumlicher Auflösung bei gleichzeitiger Aktualität vorliegen, sind zahlreiche Analysen zur Ableitung und

Homogenisierung der nachgefragten Datensätze notwendig. Die Analyse der Daten umfasst zum Beispiel neben der Generierung einer Küstenlinie für die gesamte SW-Küste von Java, Sumatra und Bali die Extraktion von kritischen Infrastrukturdaten aus hochauflösenden Satellitendaten sowie die Ableitung von Daten zur Landnutzung und Landbedeckung. Alle Angaben zur Datenqualität und alle durchgeführten Prozessierungsschritte wurden in den entsprechenden Metadatenabschnitten beschrieben.

4. Geodatendienste

Die Bereitstellung der Daten für das Projekt erfolgt über OGC-konforme Geodatendienste. Zu diesem Zweck wird eine Geodateninfrastruktur aufgebaut, die aus den klassischen Schichten Datenhaltung, Server und Clients besteht (s.a. Abb. 2). Die Implementierung basiert auf Open Source Software.

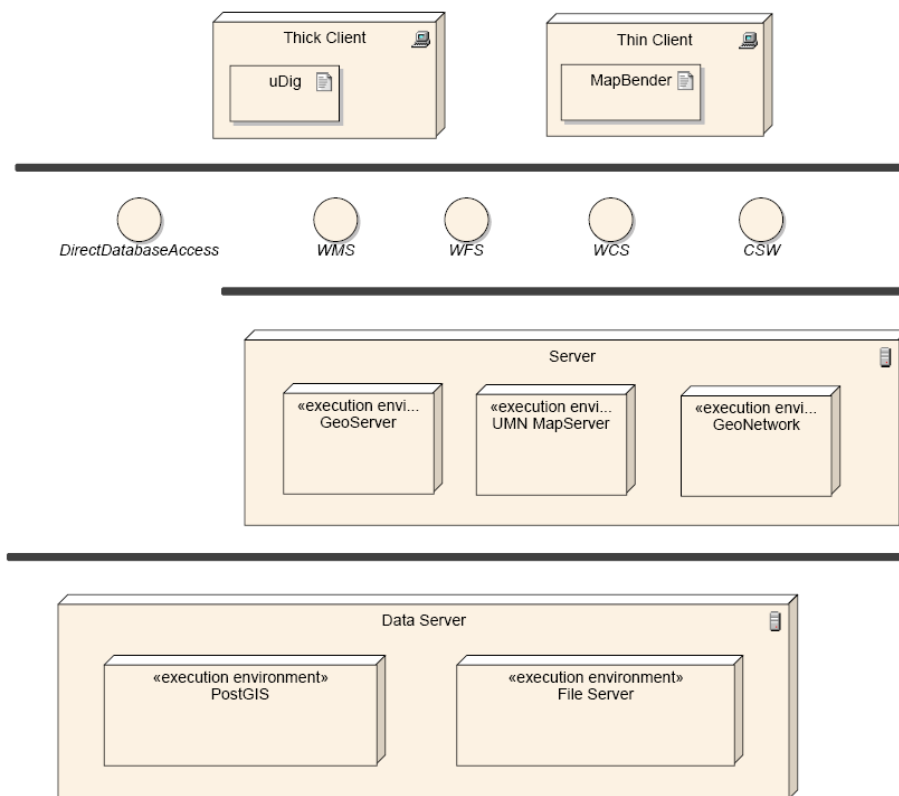


Abb. 2: Überblick über die Geodateninfrastruktur, wie sie für das Geodaten Repository im GITEWS-Projekt eingesetzt wird. Die Kommunikation zwischen Server und Clients erfolgt über OGC-konforme Webdienste / Overview of the Spatial Data Infrastructure which is implemented for the GITEWS-Project

Die Vorteile dieser Dienste-basierten Architektur liegen auf der einen Seite in der Erweiterbarkeit und Skalierbarkeit des Gesamtsystems, auf der anderen Seite in der Interoperabilität mit externen Systemen. Der Vorteil beim Einsatz von Open Source Software liegt neben dem oft angeführten Argument der Kosteneffizienz v.a. in der Verfügbarkeit und somit Anpassbarkeit des Quellcodes und der in diesem Bereich sehr starken Unterstützung durch eine weltweite Entwickler- und Anwendergemeinde.

4.1. Metadatenkatalog

Der Katalogdienst basiert auf der CSW 2.0-Schnittstelle (OGC, 2005). Die Implementierung erfolgt über das Open Source Produkt GeoNetwork (GEONETWORK, 2007).

The screenshot shows the GeoNetwork web interface. At the top, there is a navigation bar with links like Home, Last results, Administration, Contact us, Links, About, and Help. Below this is a search area with various input fields: Title, Abstract, Free Text (containing 'Bali'), Keywords (containing 'Quickbird'), Location (with a dropdown menu showing 'overlaps' and 'Indonesia'), Group (containing 'GITEWS'), Category (containing 'Datasets'), Site (containing 'Local'), Map type (with checkboxes for 'Digital' and 'Hard copy'), and Template (with a checkbox for 'Search for templates'). There is also a 'Hits per page' dropdown set to '10'. A large 'Search' button is in the center. To the right, there is a section titled 'Info in interactive maps' with a description and a link to 'Open GeoSpatial@ Consortium'. Below the search area, there is a section titled 'GeoNetwork's purpose is:' followed by a list of bullet points. The bottom of the page shows a 'Featured map' section with a thumbnail of a satellite image of Bali, and a 'Recent Additions' section with a list of links to various datasets and resources. The page also includes a 'Categories' section with a list of links to various resources.

Abb. 3: Screenshot des Metadatenkatalogs GeoNetwork. Über GeoNetwork können alle projektrelevanten Geodaten auf Basis von Metadaten nach ISO 19115 recherchiert werden /
Screenshot of the ISO 19115 compliant metadata catalogue GeoNetwork

Der Metadatenkatalog ist insbesondere für die Laufzeit des Projekts von großer Bedeutung, um auf diese Weise allen beteiligten deutschen und indonesischen Projektpartnern einen einheitlichen und leicht recherchierbaren Zugang zu den Projektdaten zu ermöglichen. Basierend auf dem Metadatenkatalog soll für den Betrieb des Warnzentrums ein CSW 2.0-konformer Dienst etabliert werden, der dann den Zugang zu den Daten sowohl für das DSS als auch für andere Subsysteme (Seismik, Bojen, Pegel) ermöglicht.

4.2. Geodatenhaltung

Die Vektordaten werden in einer OGC-konformen PostgreSQL-/PostGIS-Datenbank gehalten (POSTGIS, 2007). Alle Vektordaten liegen als Simple Features vor (OGC, 1999). Die Rasterdaten sind als Files in Rasterkatalogen gespeichert.

4.3. Geodatendienste

Die Geodaten werden in Form von Geodatendiensten (WMS, WFS, WCS) veröffentlicht (OGC, 2001; OGC, 2002; OGC, 2003). Als Map-Server werden die Open Source Produkte UMN (MAPSERVER, 2007) und GeoServer eingesetzt (GEOSERVER, 2007).

4.4. Geodaten-Clients

Da die Geodaten als OGC-Services angeboten werden, können die unterschiedlichen Projektpartner unterschiedliche Programme einsetzen, sofern sie die OGC-Schnittstellen verstehen. Insbesondere kommen im Projekt uDig als Thick Client (UDIG, 2007) und MapBender als ThinClient (MAPBENDER, 2007) zum Einsatz. GeoNetwork als Metadatenkatalog kann direkt über einen Internet-Browser aufgerufen werden.

5. Zusammenfassung und Ausblick

Für das Tsunami-Frühwarnsystem im Indischen Ozean wurde eine Vielzahl von Geodaten recherchiert, beschafft und prozessiert. Diese werden in einem Geodaten Repository vorgehalten und über OGC-konforme Webdienste bereitgestellt. Die Geodateninfrastruktur, die zu diesem Zweck aufgebaut wurde, basiert auf gängiger Open Source Software. Der Aufbau einer solchen Geodateninfrastruktur, basierend auf OGC-Standards und frei verfügbarer Open Source Software, ist sicherlich ein Ansatz, der auch für große Projekte im Bereich der Agrar-informatik von Interesse sein dürfte.

Es sollte hierbei nicht vergessen werden, dass sich dieser Artikel ausschließlich auf die Beschreibung der Daten und Dienste beschränkt, die für den Zeitraum des GITEWS-Projektes verwendet werden. Dies ist nicht identisch mit dem Geodatenmanagement und den Geodatendiensten, die für den Betrieb des Frühwarnsystems nötig sind. Erst in einem nächsten Schritt soll das Geodaten Repository direkt in das Entscheidungsunterstützungssystem DSS (Decision Support System) integriert werden. Das Decision Support System ist der operationelle Kern des Warnzentrums, in dem aus allen vorliegenden Informationen die Warnmeldung generiert wird.

Literatur

- GEBCO (2007): General Bathymetric Chart of the Oceans (GEBCO).- Online im Internet, URL: <http://www.ngdc.noaa.gov/mgg/gebco/gebco.html>, 08/07/2007
- GEONETWORK (2007): GeoNetwork Opensource.- Online im Internet, URL: <http://geonetwork-opensource.org/>, 08/07/2007
- GEOSERVER (2007): GeoServer.- Online im Internet, URL: <http://docs.codehaus.org/display/GEOS/Home>, 08/07/2007
- ICGEM (2006): EIGEN-GL04C.- Online im Internet, URL: <http://icgem.gfz-potsdam.de/ICGEM/ICGEM.html>, 10/08/2007
- ISO/TC211 (Ed.) (2002): ISO 19113: Geographic information -- Quality principles.- International Organisation for Standardization TC 211, 29 S.
- ISO/TC211 (Ed.) (2003a): ISO 19114: Geographic information -- Quality evaluation procedures.- International Organisation for Standardization TC 211, 63 S.
- ISO/TC211 (Ed.) (2003b): ISO 19115: Geographic Information -- Metadata.- International Organisation for Standardization TC 211, 134 S.
- JET PROPULSION LABORATORY (2007a): OnEarth.- Online im Internet, URL: <http://onearth.jpl.nasa.gov/>, 08/07/2007
- JET PROPULSION LABORATORY (2007b): SRTM C-BAND DATA PRODUCTS.- Online im Internet, URL: <http://www2.jpl.nasa.gov/srtm/cbanddataproducs.html>, 08/07/2007
- LAUTERJUNG, J. und RUDLOFF, A. (2007): GITEWS - Das Tsunami-Frühwarnsystem für den Indischen Ozean.- Potsdam, GFZ Potsdam, 27 S.
- MAPBENDER (2007): Mapbender.- Online im Internet, URL: http://www.mapbender.org/index.php/Main_Page, 08/07/2007
- MAPSERVER (2007): MapServer.- Online im Internet, URL: <http://mapserver.gis.umn.edu/>, 08/07/2007
- NATIONAL GEOPHYSICAL DATA CENTER (NGDC) (2007): Surface of the Earth (ETOPO2v2).- Online im Internet, URL: <http://www.ngdc.noaa.gov/mgg/image/2minrelief.html>, 08/07/2007
- OGC (Ed.) (1999): OpenGIS® Simple Features Specification for SQL (Revision 1.1).- OpenGIS®-Project Document 99-049, getr. Zähl., OGC.
- OGC (Ed.) (2001): Web Map Service (WMS) Implementation Specification (Version 1.1.1).- OpenGIS®-Project Document: OGC 01-068r3, OGC, 70 S.
- OGC (Ed.) (2002): Web Feature Service (WFS) Implementation Specification (Version 1.0.0).- OpenGIS®-Project Document OGC 02-058, OGC, 93 S.
- OGC (Ed.) (2003): Web Coverage Service (WCS) Implementation Specification (Version 1.0.0).- OpenGIS®-Project Document: OGC 03-065r6, OGC, 57 S.
- OGC (Ed.) (2005): OpenGIS® Catalogue Services Specification 2.0 - ISO19115/ISO19119 Application Profile for CSW 2.0 (Version 0.9.3).- OpenGIS®-Project Document OGC 04-038r2, OGC, 89 S.

- POSTGIS (2007): PostGIS.- Online im Internet, URL: <http://postgis.refractions.net/>, 08/07/2007
- RICHTER, R. (1996): Atmospheric correction of satellite data with haze removal including ahaze/clear transition region.- Computers & Geosciences, v. 22, S. 675-681.
- ROTH, A., KNÖPFLE, W., STRUNZ, G., LEHNER, M. und REINARTZ, P. (2002): Towards a Global Elevation Product: Combination of Multi-Source Digital Elevation Models.- Proceedings of Joint International Symposium on Geospatial Theory, Processing and Applications, S. 675-679.
- UDIG (2007): User-friendly Desktop Internet GIS (uDig).- Online im Internet, URL: <http://udig.refractions.net/confluence/display/UDIG/Home>, 08/07/2007
- USGS (2007): GTOPO30.- Online im Internet, URL: <http://edc.usgs.gov/products/elevation/gtopo30/gtopo30.html>, 08/07/2007

Zu den Autoren

Die Autoren sind Wissenschaftliche Mitarbeiter im Deutschen Fernerkundungsdatenzentrum (DFD) des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt (DLR). Dr. Christian Strobl ist zuständig für den Aufbau und Betrieb des GITEWS Geodaten Repository. Ralph Kiefl ist zuständige für das Geodatenmanagement im GITEWS Projekt. Dr. Torsten Riedlinger ist GITEWS Projektkoordinator für das "Early Warning and Mitigation System". Dr. Günter Strunz ist stellvertretender Abteilungsleiter im Deutschen Fernerkundungsdatenzentrum (DFD) und verantwortlich für das GITEWS Arbeitspaket "Risiko- und Vulnerabilitätsanalyse".

Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR)
Deutsches Fernerkundungs- und Datenzentrum (DFD)
Oberpfaffenhofen
Münchener Str.20
D-82234 Wessling